

## **ANALISIS DATA PENGINDERAAN JAUH UNTUK MENDETEKSI PERUBAHAN LUASAN MANGROVE SEBAGAI SARANA PELINDUNG EKOSISTEM PANTAI (STUDI KASUS DI KEMA, KABUPATEN MINAHASA UTARA, SULAWESI UTARA)**

**Faishal Ramandalush<sup>1</sup>, Agus Iwan Santoso<sup>2</sup>, Sukentyas Estuti A<sup>3</sup>, Andreas A. Hutahean<sup>4</sup>,**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi S1 Hidrografi, STTAL

<sup>2</sup>Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

<sup>3</sup>Peneliti dari Inderaja LAPAN TNI AL

<sup>4</sup>Peneliti dari Balitbang Kelautan dan Perikanan, KKP RI

### **ABSTRAK**

Indonesia merupakan negara kepulauan di daerah tropika yang terdiri atas sekitar 17.504 buah pulau dengan panjang garis pantai sekitar 95.181 km. Oleh karena itu Indonesia mempunyai ekosistem pesisir yang luas dan beragam salah satunya hutan mangrove. Ekosistem mangrove sebagai salah satu ekosistem penting di kawasan pesisir pantai yang dapat melindungi ekosistem pantai dari terjangan gelombang akibat Tsunami. Ekosistem ini terus mengalami tekanan di seluruh dunia. Luas mangrove di Indonesia mencapai 4,25 juta hektar yang merupakan 25% dari total luas mangrove dunia. di Sulawesi Utara, luas hutan mangrove mencapai 12.977 ha pada tahun 2000, turun menjadi 11.546 ha pada tahun 2005.

Untuk mengetahui luasan mangrove dan kerapatan vegetasi mangrove di wilayah Kema Minahasa Utara dapat diketahui dengan pemanfaatan data penginderaan jauh yaitu data citra Landsat-7 tahun 2000 dan Landsat-8 tahun 2015. Data Landsat diolah di software ErMapper dengan beberapa tahap meliputi: penyiapan citra, koreksi radiometrik dan geometrik, digitasi pemisahan ekosistem mangrove dan non-mangrove, cropping area penelitian, NDVI, penentuan threshold, pengkelasan kerapatan vegetasi mangrove, menghitung luas sebaran dan kerapatan vegetasi mangrove. Data primer berupa validasi titik sampling mangrove di wilayah penelitian. Serta analisis mangrove sebagai pelindung ekosistem pantai.

Dari hasil penelitian, total luas ekosistem mangrove yang berada di wilayah Kema Minahasa Utara seluas 223,48 ha. luas mangrove pada citra Landsat tahun 2000 seluas 172,52 ha dan luas mangrove pada citra Landsat tahun 2015 seluas 174,92 ha. Dalam kurun waktu 15 tahun luasan mangrove yang berada di Kema Minahasa Utara bertambah seluas 2,4 ha atau 1,4%. Sedangkan kerapatan mangrove dalam kurun waktu 15 tahun tersebut mengalami perubahan dari kelas kerapatan sedang ke kerapatan tinggi seluas 75,178 ha. analisis untuk pelindung pantai dapat disimpulkan berdasarkan peneliti asal jepang bahwa gelombang setinggi 3 m yang menerjang ekosistem mangrove setebal 400 m pada lokasi penelitian, maka jangkauan run up yang masuk ke daratan tinggal 57%.

**Kata kunci:** Kerapatan, Luas, Mangrove, NDVI, Pelindung Ekosistem Pantai, Penginderaan Jauh.

### **ABSTRACT**

*Indonesia is an archipelago in the tropics which consists of about 17,504 islands with a coastline of about 95 181 km. Therefore, Indonesia has a vast coastal ecosystems and diverse one mangrove forests. Mangrove ecosystems as one of the important ecosystems in coastal areas that could protect the coastal ecosystems of the brunt of the waves due to the Tsunami. These ecosystems continue to experience pressure worldwide. Extensive mangrove in Indonesia reached 4.25 million hectares, which is 25% of the total area of mangrove world. in North Sulawesi, mangrove forest area reached 12 977 ha in 2000, fell to 11 546 ha in 2005.*

*To determine the extent of mangrove and mangrove vegetation density in the region of North Minahasa Kema can be identified by the use of remote sensing data is data Landsat-7 in 2000 and Landsat-8 2015. Landsat data processed by several steps include: preparation of image, radiometric and geometric correction , digitization separation of mangrove and non-mangrove, cropping area of research, NDVI, determination of the threshold, the grading of mangrove vegetation density, calculate the area of distribution and density of mangrove vegetation. The primary data of mangrove side*

validation point in the research area. And the analysis of mangroves as protective coastal ecosystems.

From the research, the total area of mangrove ecosystem in the area of North Minahasa Kema area of 223.48 ha. Landsat mangrove area in 2000 covering an area of 172.52 ha and extensive mangrove in 2015 Landsat image area of 174.92 ha. In a period of 15 years who are in the mangrove area of North Minahasa Kema growing area of 2.4 ha or 1.4%. While the density of mangroves within a period of 15 years has experienced a change of grade medium density to high density area of 75.178 ha. analysis for coastal protection can be inferred by researchers from Japan that waves as high as 3 m thick mangrove ecosystems crashing 400 m at the study site, then run up the range into the mainland lived 57%.

**Keywords:** Density, Extents, Mangrove, NDVI, Coastal Ecosystem protector, Remote Sensing.

## Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan di daerah tropika yang terdiri atas sekitar 17.504 buah pulau dengan panjang garis pantai sekitar 95.181 km (www.ppk-kp3k.dkp.go.id, 2009) dengan kondisi fisik lingkungan dan iklim yang beragam. Total luas wilayah Indonesia tersebut adalah sekitar 9 juta km<sup>2</sup> yang terdiri atas 2 juta km<sup>2</sup> daratan dan 7 juta km<sup>2</sup> lautan (Polunin, 1983). Oleh karena itu Indonesia mempunyai ekosistem pesisir yang luas dan beragam antara lain hutan mangrove, terumbu karang, padang lamun, dan rumput laut yang terbentang pada jarak lebih dari 5.000 km dari timur ke barat kepulauan dan pada jarak 2.500 km dari arah utara ke selatan kepulauan.

Sebagian besar pulau di Indonesia mempunyai tingkat kerentanan gempa yang tinggi, salah satunya di wilayah perairan laut Sulawesi. Sehingga potensi adanya Tsunami cukup besar akibat gempa bawah laut tersebut. Sejak tahun 1600 sampai 2007 di Sulawesi terjadi 2800 gempa dan 10 Tsunami (ACT, 2015). Sebagian besar daerah pantai di Indonesia merupakan tempat tumbuh ekosistem mangrove yang baik yang mempunyai peranan penting dalam perlindungan ekosistem pantai yaitu penahan abrasi, penahan amukan angin kencang, dan penahan gelombang salah satunya akibat Tsunami. Luas mangrove di Indonesia mencapai 4,25 juta hektar yang merupakan 25% dari total luas mangrove dunia (Coremap, 2006).

Ekosistem mangrove sebagai salah satu ekosistem penting di kawasan pesisir pantai terus mengalami tekanan di seluruh dunia. (FAO, 2003) mencatat bahwa luas mangrove dunia pada tahun 1980 mencapai 19,8 juta ha, turun menjadi 16,4 juta ha pada tahun 1990, dan menjadi 14,6 juta ha pada tahun 2000. Sedangkan di Indonesia, luas

mangrove mencapai 4,25 juta ha pada tahun 1980, turun menjadi 3,53 juta ha pada tahun 1990 dan tersisa 2,93 juta ha pada tahun 2000. Sedangkan menurut BPDAS Tondano (2011) di Sulawesi Utara, luas hutan mangrove mencapai 12.977 ha pada tahun 2000, turun menjadi 11.546 ha pada tahun 2005. Apabila tidak diimbangi dengan kebijakan pengelolaan yang tepat, maka ancaman degradasi mangrove menjadi semakin besar dan dapat berpotensi terjadinya perubahan luasan pulau serta berdampak terhadap perubahan luasan perairan di Indonesia.

Untuk mengetahui luasan hutan mangrove, dikembangkan sistem informasi yang berbasis teknologi tinggi dengan menggunakan sistem penginderaan jauh melalui citra satelit yang kemudian dapat diinterpretasikan dalam bentuk peta. Penginderaan jauh dapat dimanfaatkan dalam pemantauan vegetasi mangrove, hal ini didasarkan atas dua sifat penting yaitu bahwa mangrove mempunyai zat hijau daun (klorofil) dan mangrove tumbuh di pesisir. Sifat optik klorofil sangat khas yaitu bahwa klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan kuat spektrum hijau (Susilo, 2000).

Kelebihan data satelit penginderaan jauh yang utama adalah kecepatan dalam memperoleh data sehingga dimungkinkan pengukuran real/near time, cakupan luas dapat menjangkau hampir seluruh permukaan bumi, serta data yang diperoleh dapat berulang dengan cepat untuk memantau daerah yang sama. Kadang-kadang sistem penginderaan jauh dapat memberikan data spesifik yang tidak dapat diperoleh dari sumber data lainnya, tetapi terutama penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengumpulkan data tanpa banyak bekerja di lapangan (Hartono et al, 1996)

## Perumusan Masalah

Kondisi mangrove yang berada di Sulawesi Utara terus menurun dari tahun ke

tahun terkait kerusakan mangrove yang sering terjadi. Untuk mengetahui kondisi mangrove yang berada di lokasi penelitian di Kema, Minahasa Utara, Sulawesi Utara dengan cara pemanfaatan data penginderaan jauh. Informasi mengenai luas dan penyebaran mangrove dapat diketahui dengan data citra Landsat-7 dan Landsat-8. Data tersebut diolah sedemikian rupa untuk menghasilkan informasi mangrove dan non-mangrove yang ada di wilayah penelitian. Setelah diketahui

### **Batasan Masalah**

Penelitian ini difokuskan pada menganalisis perubahan luasan dan kerapatan vegetasi mangrove dengan data penginderaan jauh yaitu data citra Landsat-7 dan Landsat-8 secara temporal dalam periode waktu tertentu dan acuan hasil validasi di lapangan yaitu penentuan koordinat titik sampling penelitian di Kema, Kabupaten Minahasa Utara.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan informasi perubahan luasan dan kerapatan vegetasi mangrove secara temporal yang berada di Kema, Kabupaten Minahasa Utara.
2. Menganalisis mangrove sebagai pelindung pantai terhadap terjerangan gelombang.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi perubahan luasan dan kerapatan mangrove kepada pihak pemerintah terkait dan TNI AL sebagai masukan, pengelolaan dan pelestarian, dimana TNI AL mempunyai Peran Polisionil yaitu melindungi sumber daya alam dan sumber daya buatan.

Manfaat mangrove bagi Militer adalah:

1. Mangrove sebagai pelindung alami untuk pertahanan pantai dari tinjauan dan tembakan musuh.
2. Mangrove sangat efektif untuk anggota militer dalam berkamufase dengan alam saat mengintai musuh yang mengancam baik dari luar maupun dari dalam.
3. Mangrove dapat mempertahankan luasan pulau yaitu melindungi pantai dari abrasi, sehingga dapat memberikan masukan sebagai *updating* peta laut khususnya perubahan garis pantai yang dibuat oleh Dishidros TNI AL.

wilayah yang masuk ke dalam kelas tutupan mangrove, dapat ditentukan luas areal, dapat dipetakan sebarannya dan dapat diamati pola perubahan mangrove di wilayah Kema. Untuk mendapatkan nilai kerapatan vegetasi mangrove, data citra satelit yang sudah diklasifikasi dihitung nilai indeks vegetasinya. Indeks vegetasi yang umum digunakan adalah NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

### **Tinjauan Pustaka**

Tinjauan pustaka dilakukan untuk menunjang penelitian, yang terdiri dari teori maupun konsep dari berbagai literatur yaitu tentang Ekosistem Pantai, Ekosistem Mangrove, Penginderaan Jauh, penginderaan jauh untuk deteksi mangrove, indeks vegetasi, Satelit Landsat, keadaan umum wilayah penelitian, serta jurnal hasil penelitian terdahulu yang relevan untuk mendukung penulisan tugas akhir.

### **Metodologi Penelitian**

#### **1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan adalah analisis hasil pengolahan data citra satelit secara temporal, dan data lapangan (*ground truthing*).

#### **2. Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 data citra yaitu

1. Data citra Landsat-7 tanggal 20-11-2000
2. Data citra Landsat-8 tanggal 30-05-2015

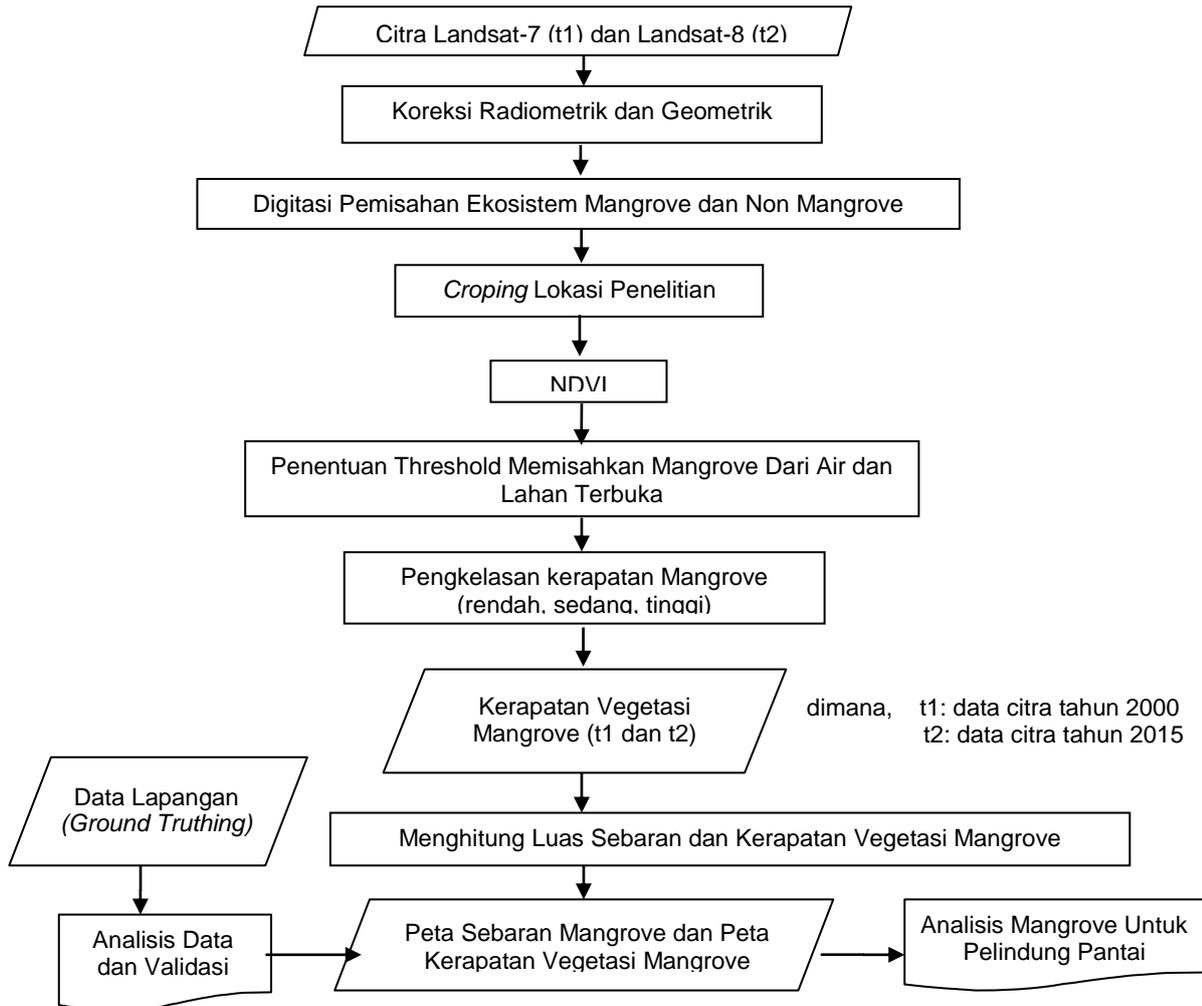
Selain itu peta kawasan penelitian yang digunakan sebagai peta acuan *groundtruth*.

Peralatan yang digunakan berupa perangkat lunak (*Software*) ErMapper v7.1, *Mircosoft Office* 2010, perangkat keras komputer, *flashdisk*, *printer*, GPS (*Global Positioning System*), Kamera Digital.

#### **3. Metode Pengumpulan Data**

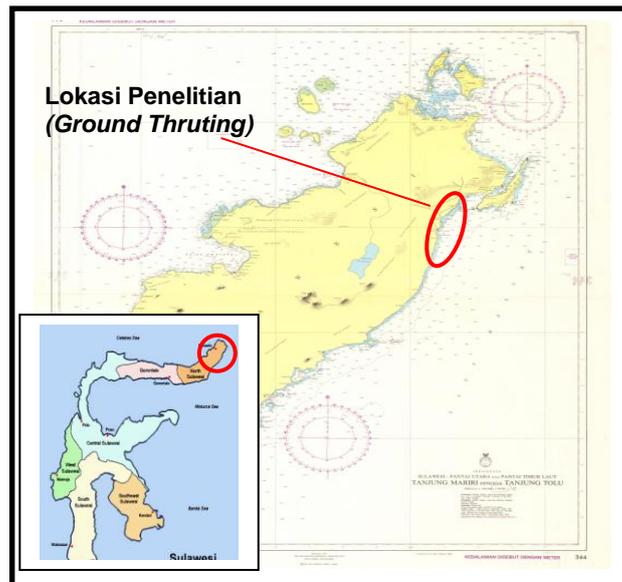
Pengumpulan data menggunakan data primer maupun sekunder dan pengolahan data citra.

#### 4. Alur Penelitian



#### 5. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian di Kema, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi utara



Gambar 1.1. Peta Laut nomer 344 tahun 2000 skala 1: 200.000, Dishidros TNI AL.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Luas wilayah Kabupaten Minahasa Utara sebesar 1.261 km<sup>2</sup> luas lautan dan luas daratan 1.059.244 km<sup>2</sup> dengan garis pantai sepanjang 292,20 km yang terbagi pada 10 kecamatan, diantaranya adalah kecamatan Kema luas wilayahnya 78,755 km<sup>2</sup> dengan panjang garis pantai sepanjang 20 km. Tipe iklim di wilayah ini yaitu iklim tropis yang cenderung basah yang dipengaruhi oleh angin muson dimana pada bulan Mei – Oktober yaitu musim kemarau. Bulan November sampai dengan April dipengaruhi oleh angin barat yang membawa hujan. Angka curah hujan rata-rata setiap tahun berkisar 2.000 – 3.000 mm dengan jumlah hari hujan 90-130 hari per tahun, suhu udara rata-rata 26,2 C dengan suhu terendah 25,7 C, suhu tertinggi 27,1 C. Kondisi pantai yang ditumbuhi mangrove rata-rata berpasir hitam dan bersedimen rata-rata 90 cm.

#### Proses Data Citra

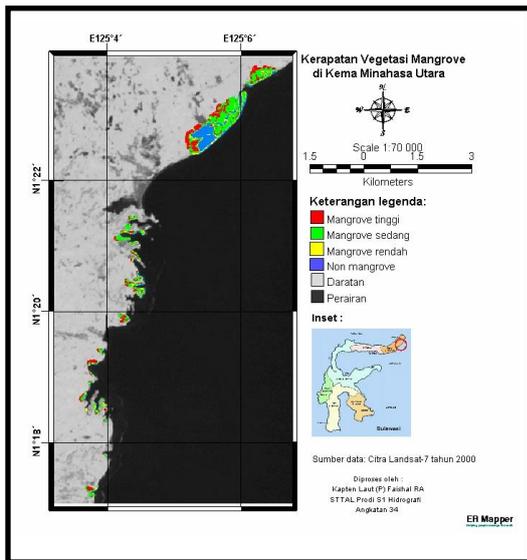
Data citra Landsat terdiri dari file band citra yang berdiri sendiri. File tersebut harus disatukan menjadi satu kesatuan citra menggunakan software Er Mapper 7.1 agar dapat ditampilkan dalam berbagai kombinasi band. Citra yang terdiri dari beberapa kombinasi band disebut citra multiband atau citra komposit. Mangrove dapat diidentifikasi dengan citra komposit RGB-453 untuk Landsat-7, sedangkan untuk Landsat-8 menggunakan citra komposit RGB-564.

Diperlukan pemotongan (*cropping*) di data citra yang sesuai dengan lokasi penelitian di daerah pesisir pantai Kema sehingga dapat terfokus untuk menganalisa. Data citra tersebut mempunyai level-1T sehingga tidak dilakukan koreksi geometrik karena memiliki ketelitian geometrik yang baik. Koreksi radiometrik diperlukan agar citra dapat diperbaiki akibat distorsi dari gangguan atmosfer dengan metode TOA (*Top of Atmospheric*) sehingga mendapatkan nilai reflektansi yang sebelumnya nilai *digital number* (DN). Penentuan mangrove dan non-mangrove ditentukan dengan cara memotong citra melalui digitasi polygon sehingga menghasilkan wilayah ekosistem mangrove saja.

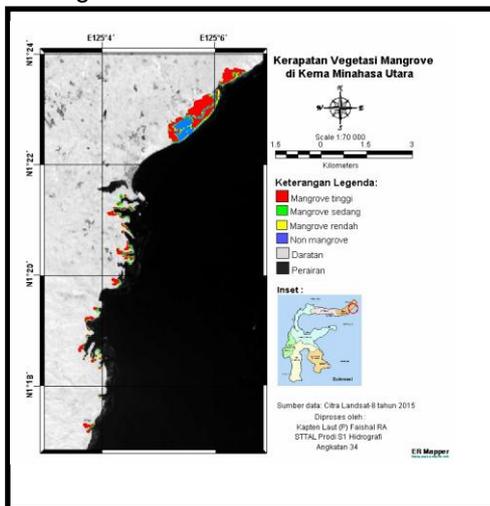
Pengolahan NDVI untuk data citra Landsat tahun 2000 dan citra Landsat tahun 2015 dilakukan untuk menentukan wilayah yang bervegetasi. Nilai NDVI mempunyai rentang -1 hingga +1. Vegetasi yang baik ditunjukkan dengan nilai rentang 0,1 hingga 0,8. Pada hasil pengalihan NDVI ini

didapatkan nilai -0,21 hingga 0,79 untuk citra tahun 2000 dan nilai -0,69 hingga 0,834 untuk citra tahun 2015. Untuk menentukan mangrove dan non-mangrove, dilakukan proses penentuan ambang batas. *Threshold* (ambang batas) ini digunakan untuk mengidentifikasi nilai dari tiap-tiap piksel antara objek utama (mangrove) dengan objek lain (non-mangrove) dengan nilai *threshold* NDVI 0,40 dari tiap data citra tahun 2000 dan citra tahun 2015. Nilai piksel dari data citra yang lebih dari 0,40 merupakan adanya mangrove, sedangkan untuk nilai piksel kurang dari 0,40 merupakan bukan mangrove atau lahan terbuka. Setelah dilakukan proses *threshold*, dapat diketahui luasan mangrove melalui proses *unsupervised classification* atau klasifikasi tidak terbimbing yang terdiri dari dua kategori yaitu luasan mangrove dan luasan non-mangrove. Total luas ekosistem mangrove pada citra tahun 2000 dan citra tahun 2015 seluas 223,48 ha, yang mana pada citra tahun 2000 luas mangrove seluas 172,52 ha dan luas non-mangrove seluas 50,96 ha. Pada citra tahun 2015 luas mangrove seluas 174,92 ha dan luas non-mangrove seluas 48,56 ha, yang berarti pada kurun waktu 15 tahun luasan mangrove bertambah seluas 2,4 ha atau 1,4%.

Penentuan kerapatan mangrove didapatkan dari hasil proses NDVI dengan mengklasifikasikan menjadi 3 kelas kerapatan yaitu kelas kerapatan rendah, sedang dan tinggi yang menghasilkan nilai NDVI mangrove dengan range nilai 0,40 hingga 0,83 sehingga didapatkan luasan dari kerapatan mangrove seperti yang terlihat pada tabel 4.4 diatas. Pada kelas kerapatan rendah pada citra tahun 2000 didapatkan seluas 26 ha dan 15,84 ha pada citra tahun 2015, yang berarti perubahan kerapatannya seluas 10,16 ha. Pada kelas kerapatan sedang pada citra tahun 2000 seluas 94,48 ha menjadi 34,24 ha pada citra tahun 2015, yang berarti perubahan kerapatan seluas 64,24 ha. Sedangkan di kelas kerapatan tinggi pada citra tahun 2000 seluas 52,04 ha menjadi 124,84 ha pada citra tahun 2015, yang artinya perubahan kerapatan seluas 72,8 ha. Dari ketiga kelas kerapatan dapat disimpulkan bahwa pada kurun waktu 15 tahun mangrove mengalami perubahan kerapatan vegetasi yang signifikan.



Gambar 4.13. Peta kerapatan vegetasi mangrove citra tahun 2000



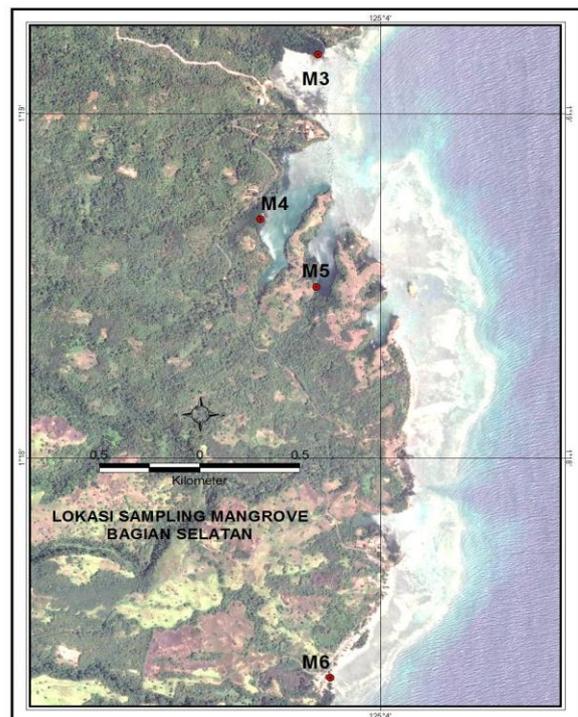
Gambar 4.14. Peta kerapatan vegetasi mangrove citra tahun 2015

### Survei Lapangan

Hasil survei lapangan di daerah penelitian di Kema didapatkan data 6 titik koordinat lokasi stasiun sampling mangrove atau *ground thruting*. Dokumentasi kegiatan lapangan dapat dilihat pada lampiran C.



Keterangan: ● Titik lokasi sampling mangrove  
Gambar 4.15. Lokasi sampling mangrove bagian utara



keterangan: ● Titik lokasi sampling mangrove  
Gambar 4.16. Lokasi sampling mangrove bagian selatan

Tabel 4.5. Titik koordinat sampling mangrove

Untuk mendapatkan informasi hasil luasan mangrove serta kerapatan vegetasi mangrove diperlukan *overlay* dua data citra yaitu citra tahun 2000 dan citra tahun 2015. Data citra yang telah di proses sedemikian rupa yang menghasilkan luasan dan kerapatan mangrove kemudian dianalisa perubahan luasan dan kerapatan mangrove dengan cara

menggunakan tabel pivot. Tabel pivot merupakan suatu fasilitas yang terdapat di dalam *Microsoft Excel* yang berupa tabel interaktif yang sangat cepat dalam

menganalisa, mengkombinasikan dan membandingkan sejumlah data baik sedikit maupun banyak.

Tabel 4.6. Perubahan luasan mangrove

2015 2000	Non-mangrove	Mangrove	Total luas (ha)
Non-mangrove	36,932	14,165	51,097
Mangrove	11,765	160,618	172,383
Total luas (ha)	48,697	174,783	223,48

Berdasarkan tabel pivot mengenai perubahan luasan dapat dijelaskan bahwa luasan ekosistem mangrove mengalami perubahan dari data citra tahun 2000 ke data citra tahun 2015. Perubahan terjadi pada citra tahun 2000 ke citra tahun 2015 atau dalam kurun waktu 15 tahun yaitu non-mangrove menjadi mangrove seluas 14,165 ha, sedangkan mangrove menjadi non-mangrove seluas 11,765 ha. Dapat disimpulkan bahwa dalam kurun waktu 15 tahun perubahan mangrove yang berada di wilayah penelitian di Kema bertambah seluas 2,4 ha.

Tabel 4.7. Perubahan kelas kerapatan vegetasi mangrove

2015 2000	Non Mangrove	Rendah	Sedang	Tinggi	Total luas (ha)
Non Mangrove	36,932	6,620	5,871	1,674	51,097
Rendah	6,354	4,779	5,551	6,850	23,534
Sedang	3,521	4,646	15,664	75,176	99,007
Tinggi	1,890	0,299	4,124	43,529	49,842
Total luas (ha)	48,697	16,344	31,210	127,229	223,480

Berdasarkan tabel pivot mengenai perubahan kerapatan vegetasi mangrove di Kema dapat dijelaskan bahwa kerapatan ekosistem mangrove mengalami perubahan dari data citra tahun 2000 ke data citra tahun 2015. Dalam kurun waktu 15 tahun ini dijelaskan bahwa perubahan kelas non-mangrove menjadi 3 kelas kerapatan yaitu kerapatan rendah seluas 6,62 ha, kerapatan sedang seluas 5,871 ha, dan kerapatan tinggi seluas 1,674 ha. Untuk kerapatan rendah menjadi 3 kelas kerapatan yaitu kelas non-mangrove seluas 6,354 ha, kerapatan sedang seluas 5,551 ha, dan kerapatan tinggi seluas 6,85 ha. Untuk kerapatan sedang menjadi 3 kelas kerapatan yaitu kelas non-mangrove seluas 3,521 ha, kerapatan rendah seluas 4,646 ha, dan kerapatan tinggi seluas 75,176

ha. Sedangkan untuk perubahan kelas kerapatan tinggi menjadi 3 kelas kerapatan yaitu kelas non-mangrove seluas 1,89 ha, kerapatan rendah seluas 0,299 ha, kerapatan sedang seluas 4,124 ha. Dapat disimpulkan bahwa perubahan kelas kerapatan dalam kurun waktu 15 tahun dari tahun 2000 sampai tahun 2015 yang mendominasi adalah kelas kerapatan sedang mengalami perubahan ke kelas kerapatan tinggi seluas 75,176 ha.

#### 4.2.2 Mangrove Sebagai Pelindung Ekosistem Pantai

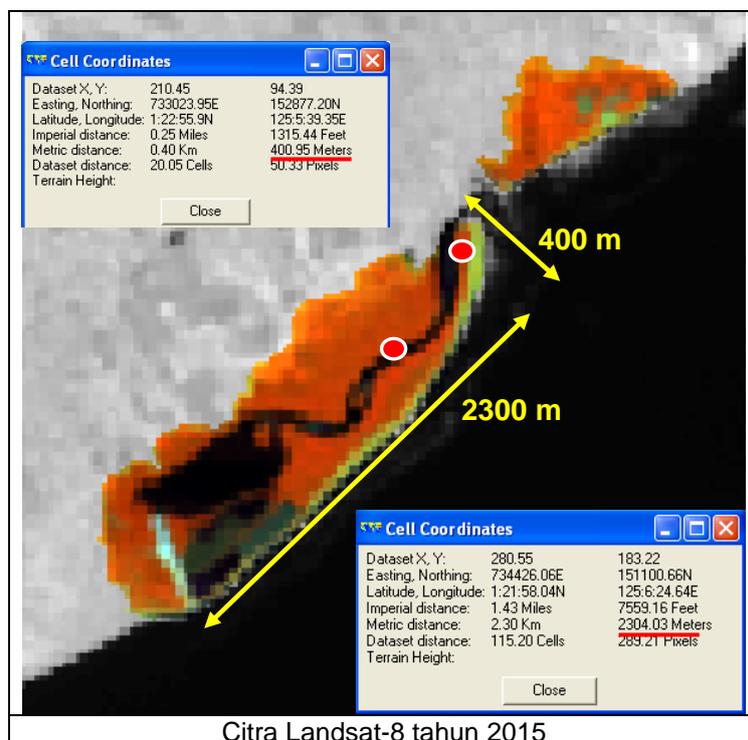
Mangrove merupakan salah satu ekosistem yang khas dan unik yang mempunyai akar yang berbeda dengan tumbuh-tumbuhan di darat. Akar mangrove berfungsi antara lain membantu mangrove bernafas dan tegak berdiri. Mangrove dapat melindungi ekosistem pantai dari abrasi pantai, hempasan gelombang laut dan ombak, serta angin kencang.

Perakaran mangrove yang rapat dan terpancang mempunyai fungsi ekologis yaitu meredam hantaman gelombang dan ombak. Kekuatan angin dan badai yang dahsyat berkurang ketika mencapai ekosistem mangrove yang memiliki kerapatan tinggi atau lebat. Demikian pula gelombang pasang atau tsunami akan mengecil ketika mencapai ekosistem mangrove yang rapat atau lebat. Daya rusak gelombang akan berkurang karena kekuatannya telah direduksi oleh ekosistem mangrove.

Hutan pantai (ekosistem mangrove dan non-mangrove) sangat efektif dalam meredam terjangan gelombang atau tsunami (lihat tabel 4.8). Hasilnya, gelombang setinggi 3 m yang menerjang hutan pantai setebal 50 m, maka jangkauan *run up* yang masuk ke daratan tinggal 81% (Harada dan Imamura, 2003).

Tabel 5 Kemampuan Meredam Gelombang atau Tsunami dari Hutan Pantai (Harada dan Imamura, 2003)

Tinggi Gelombang (m)		1	2	3
Hutan Pantai	Tebal (m)	Mitigasi Kerusakan, Menghentikan, Meredam Gelombang (%)		
Jarak <i>run-up</i>	50	98	86	81
	100	83	80	71
	200	79	71	64
	400	78	65	57
Tinggi genangan	50	86	86	82
	100	76	74	66
	200	46	55	50
	400	-	11	18
Gaya hidrolis	50	53	48	39
	100	33	32	17
	200	0,1	13	0,8
	400	-	0,2	0,1



Citra Landsat-8 tahun 2015

Keterangan: ● Titik sampling 1 dan 2 mangrove  
Gambar Luas ekosistem mangrove di titik sampling 1 dan 2

Berdasarkan hasil pengolahan data citra Landsat-8 tahun 2015, kondisi mangrove di wilayah penelitian yaitu di Kema Minahasa Utara rata-rata memiliki kerapatan yang cukup tinggi. Di titik sampling 1 dan 2 merupakan ekosistem mangrove yang sangat luas yaitu lebar  $\pm 2,3$  km dengan tebal  $\pm 400$  m (lihat gambar 4.17). Untuk titik sampling lainnya hanya terdapat spot-spot mangrove.

Berdasarkan tabel 5 dapat di simpulkan bahwa gelombang setinggi 3 meter yang menerjang ekosistem mangrove setebal 400 meter pada titik sampling 1 dan 2, maka jangkauan *run up* yang masuk ke daratan tinggal 57%. Jadi mangrove sangat efektif sebagai pelindung pantai dari terjangan

gelombang jika dibandingkan pantai yang tidak ditumbuhi mangrove.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Total luas ekosistem mangrove yang berada di wilayah Kema Minahasa Utara seluas 223,48 ha. luas mangrove pada citra Landsat tahun 2000 seluas 172,52 ha dan luas mangrove pada citra Landsat tahun 2015 seluas 174,92 ha. jadi dalam kurun waktu 15 tahun luasan mangrove yang berada di Kema Minahasa Utara bertambah seluas 2,4 ha atau 1,4%.
2. Perubahan kelas kerapatan vegetasi mangrove dalam kurun waktu 15 tahun dari tahun 2000 sampai tahun tahun 2015 yang mendominasi adalah kelas kerapatan sedang mengalami perubahan ke kelas kerapatan tinggi seluas 75,176 ha.
3. Gelombang setinggi 3 m yang menerjang ekosistem mangrove setebal 400 m pada lokasi penelitian di titik sampling 1 dan 2, maka jangkauan *run up* yang masuk ke daratan tinggal 57%. Jadi ekosistem mangrove sangat efektif sebagai pelindung pantai.

### 5.2 Saran

Ekosistem mangrove sangat efektif sebagai pelindung pantai, maka perlu adanya peran pemerintah dan TNI AL untuk pengelolaan dan pelestarian sumber daya pesisir khususnya ekosistem mangrove tersebut serta reboisasi atau penanaman mangrove pada pantai yang belum ditumbuhi mangrove.

## DAFTAR PUSTAKA

- [ACT] Aksi cepat Tanggap foundation. (2015). Kota Manado dan Potensi Gempa Bumi Dahsyat di Bibir Pasifik.
- Aksornkoe, S. (1993). Ecology and management of mangrove. IUCN. Bangkok.
- Arhatin, R. E. (2007). Pengkajian algoritma indeks vegetasi dan metode klasifikasi mangrove dari data satelit LANDSAT-5 TM dan LANDSAT-7 ETM+ (studi kasus di kabupaten Berau, Kalimantan Timur). Tesis (tidak dipublikasikan). Sekolah pascasarjana. IPB. Bogor.
- Bengen DG. (2001). *Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Laut, Institut Pertanian Bogor.
- BPDAS Tondano. (2011). Rencana Teknis Rehabilitasi Hutan Lahan Mangrove dan Sempadan Pantai Propinsi Sulawesi Utara. Disampaikan dalam acara Rapat Fasilitasi Kelompok Kerja Mangrove di Provinsi Sulawesi Utara 18 Oktober 2011.
- Budi, C. (2000). Model Penduga Biomassa dan Indeks Luas Daun Menggunakan Data Landsat iThematic Mapper (TM) dan Spot Multispektral (XS) Di Hutan Mangrove (Studi Kasus Segara Anakan, Cilacap). [Thesis]. Program Pascasarjana IPB. Bogor (tidak dipublikasikan).
- Butler, M.J.A, M.C. Mouchot, V. Barole, and C. Le Blanc. (1988). The Application of Remote Sensing Technology to Marine Fisheries: An Introduction manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 295. FAO. Rome.
- Coremap. (2006). Hutan Mangrove (Online), (<http://www.coremap.or.id>, diakses 14 November 2010).
- [DEPHUT] Departemen Kehutanan-Dirjen PHPA. (1995). Rencana Pengelolaan Taman Nasional Ujung Kulon (Master Plan). Dephut-Dirjen PHPA. Pandeglang.
- Dishidros TNI AL. (2000). Peta Laut Indonesia No 0344. Skala 1 : 200.000 Dinas Hidrooseanografi TNI Angkatan Laut.
- Geshayulian. (2013) Kompasiana. Litbang karbon biru, gunakan ekosistem.laut.turunkan.emisi.(<http://www.kompasiana.com/geshayuliani>).
- Harada, K dan Imamura, F. (2003). Study on The Evaluation of Tsunami Reducing by Coastal Control Forest for Actual Conditions. Asia and Pasific Coast Japan.
- Hartono, Dulbahri, Suharyadi, Danoedoro P, Jatmiko RH. (1996). *Penginderaan Jauh Untuk Sumberdaya Hutan: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: GadjahMada University Press. 580 hlm.
- Jensen J,R, 1998. Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective. Prentice Hall. New Jersey.
- Hilmi, E dan Kusmana, C. (1999). Ekosistem Mangrove: Antara Karakteristik, Teknik Sampling, dan Analisis Sistem. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Johan. (2015). Implementasi Metode Thresholding Dan Metode Regionprops Untuk Mendeteksi Marka Jalan.

- Kesemat. (2009). Daur Hidup Mangrove Dari Kecil Sampai Besar (kesematindonesia.wordpress.com).
- Khazali M. (2006). *Panduan pengenalan mangrove* PHKA/WI-IP, Bogor
- Lillesand, TM dan Kiefer, RW. (1979). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra (Alih Bahasa: Dulbahri, dkk)*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mazda, Y., M. Magi, M. Kogo and P.Ng. Hong. (1997). *Mangrove as A Coastal Protection from Waves in The Tong King Delta, Vietnam*. Mangroves and Salt Marshes 1:127-135.
- Murdiyanto, B. (2003). Mengenal, Memelihara dan Melestarikan Ekosistem Bakau. COFISH Project. Jakarta.
- NASA. (2010). Landsat Data Continuity Mission Brochure. <http://www.landsat.gsfc.nasa.gov> [November 2013].
- Polunin NVC. (1983). *The Marine Resources of Indonesia*. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.1983, 21:455-531.
- Ramudji. (2001). Mangrove di Pesisir Delta Mahakan Kalimantan Timur. LIPI. Jakarta.
- Saenger, P. (1982). *Morphological, Anatomical, and Reproductive Adaptations of Australian Mangroves*. In: Clough, B.F. (Ed.), *Mangrove Ecosystems in Australia*. Australian National University Press, Canberra, pp. 153-191.
- Sediadi, A. (1991). Pengaruh hutan bakau terhadap sedimentasi di pantai Teluk Jakarta. Prosidings seminar IV, Ekosistem mangrove, Bandar Lampung, 7-9 Agustus 1990: 101-110. Program MAB Indonesia-LIPI. Jakarta.
- Setiawan, H., Sudarsono, B., Awaluddin, M., (2013). Identifikasi Daerah Prioritas Rehabilitasi Lahan Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014 24 Kritis Kawasan Hutan dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kabupaten Pati). Jurnal Geodesi Undip, Volume 2, Nomor 3, Tahun 2013, (ISSN : 2337-845X).
- [SIC] Satellite Imaging Corporation. (2001-2010). LANDSAT 7 +ETM Satellite Imagery.
- Snedaker (1978). Ann.Rev.Ecol.Syst.5 39-64.
- Soemarno. (2013). Ketahanan Lingkungan: Kelestarian & Konservasi.
- Sukojo, BM dan Kustarto, H. (2002). Perbaikan Geometrik Trase Jaringan Jalan dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Makara, Sains*. Vol 6(3): 136-141.
- Susilo, S.B. (2000). *Penginderaan Jauh Terapan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutanto. (1986). *Penginderaan Jauh, Jilid I dan II*. Gajah Mada University Press.Yogyakarta.
- UNEP. (2006). Daftar Pulau yang Memiliki Luas Lebih Besar dari 2.000 km<sup>2</sup>.[http://www.ppkkp3k.dkp.go.id/index.php?option=com\\_context](http://www.ppkkp3k.dkp.go.id/index.php?option=com_context). Diakses:12 Juli 2009.
- USGS. (2013). Maps, Imagery, and Publications. Landsat-8.
- Waas, H.J.D., Nababan. B. (2005). Pemetaan dan Analisis Index Vegetasi Mangrove di Pulau Saparua, Maluku Tengah. E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 2, No. 1, Hal. 50-58, Juni 2010.